

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005 年 11 月 24 日 (24.11.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/111933 A1

- (51) 国際特許分類: G06T 5/20,
3/00, 7/60, H04N 1/387, 1/409
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/008106
- (22) 国際出願日: 2005 年 4 月 21 日 (21.04.2005)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2004-148991 2004 年 5 月 19 日 (19.05.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒1410001 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 五味 信一郎

(GOMI, Shinichiro) [JP/JP]; 〒1410001 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 結形 昌美 (OGATA, Masami) [JP/JP]; 〒1410001 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 上田 和彦 (UEDA, Kazuhiko) [JP/JP]; 〒1410001 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).

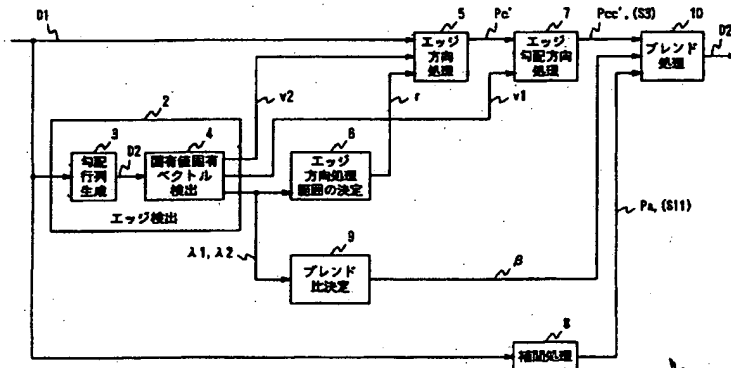
(74) 代理人: 多田 繁範 (TADA, Shigenori); 〒1700013 東京都豊島区東池袋 2 丁目 4 5 番 2 号 ステラビル501 多田特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS,

[続葉有]

(54) Title: IMAGE PROCESSING APPARATUS, IMAGE PROCESSING METHOD, PROGRAM OF IMAGE PROCESSING METHOD, AND RECORDING MEDIUM IN WHICH PROGRAM OF IMAGE PROCESSING METHOD HAS BEEN RECORDED

(54) 発明の名称: 画像処理装置、画像処理方法、画像処理方法のプログラム及び画像処理方法のプログラムを記録した記録媒体



- 5 EDGE DIRECTION PROCESS
- 7 EDGE GRADIENT DIRECTION PROCESS
- 10 BLEND PROCESS
- 3 GENERATE GRADIENT ROW
- 4 DETERMINE UNIQUE VALUE/UNIQUE VECTOR
- 2 DETERMINE EDGE
- 6 DECIDE RANGE OF EDGE DIRECTION PROCESS
- 9 DECIDE BLEND RATIO
- 8 INTERPOLATE

(57) Abstract: This invention is applied to, for example, a resolution conversion, which determines an edge gradient direction (v1), which exhibits the greatest gradient of the pixel value, and an edge direction (v2) orthogonal to the edge gradient direction (v1), and then subjects the edge gradient direction (v1) and edge direction (v2) to edge emphasis and smoothing processes, respectively, thereby producing output image data (D2).

(57) 要約: 本発明は、例えば解像度の変換に適用して、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向 v1、このエッジ勾配方向 v1 に直交するエッジ方向 v2 を検出し、エッジ勾配方向 v1、エッジ方向 v2 にそれぞれエッジ強調、平滑化処理して出力画像データ D2 を生成する。



LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA,
NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE,
SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

IAP20 Road Report 10 JAN 2006
明細書

画像処理装置、画像処理方法、画像処理方法のプログラム及び画像処理方法のプログラムを記録した記録媒体

5

技術分野

本発明は、画像処理装置、画像処理方法、画像処理方法のプログラム及び画像処理方法のプログラムを記録した記録媒体に関し、例えば解像度の変換に適用することができる。本発明は、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向、このエッジ勾配方向に直交するエッジ方向を検出し、エッジ勾配方向、エッジ方向にそれぞれエッジ強調、平滑化处理して出力画像データを生成することにより、高周波成分の喪失を有効に回避しつつ、ジャギーの発生を防止することができるようにする。

15

発明の背景

背景技術

従来、画像処理においては、例えば線型補間処理、バイキュービック変換処理により、解像度を変換するようになされており、例えば日本特開2003-224715号公報には、このような画像処理を簡易な構成により実行する方法が提案されるようになされている。

しかしながらこのような画像処理においては、エッジの部分にジャギーが発生し、ジャギーが目立たなくなるように線型補間処理の特性、バイキュービック変換処理の特性を設定すると、画像より高周波成分が失われてシャープさの欠けたぼけた画像となる問題がある。なおこのような画像のぼけは、テクスチャーの部分で著しいことにより、テクスチャーの部分でこのような処理の特性を切り換えることも考えられるが、この場合、特性の切り換え箇所では異質感、ちらつきが発生する。

発明の開示

本発明は以上の点を考慮してなされたもので、高周波成分の喪失を有効に回避

しつつ、ジャギーの発生を防止することができる画像処理装置、画像処理方法、画像処理方法のプログラム及び画像処理方法のプログラムを記録した記録媒体を提案しようとするものである。

- かかる課題を解決するため本発明においては、入力画像データを処理して出力
- 5 画像データを出力する画像処理装置に適用して、入力画像データの各画素毎に、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向と、エッジ勾配方向と直交するエッジ方向とを検出するエッジ検出部と、エッジ検出部の検出結果に基づいて、出力画像データの各画素毎に、エッジ方向に画像データを平滑化処理して、出力画像データの各画素に対応する画素値を順次検出するエッジ方向処理部と、エッジ検出
- 10 部の検出結果に基づいて、出力画像データの各画素毎に、エッジ方向処理部から出力される画素値をエッジ勾配方向に輪郭強調処理して、出力画像データの画素値を順次出力するエッジ勾配方向処理部とを備えるようにする。

- 本発明の構成により、入力画像データを処理して出力画像データを出力する画像処理装置に適用して、入力画像データの各画素毎に、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向と、エッジ勾配方向と直交するエッジ方向とを検出するエッジ
- 15 検出部と、エッジ検出部の検出結果に基づいて、出力画像データの各画素毎に、エッジ方向に画像データを平滑化処理して、出力画像データの各画素に対応する画素値を順次検出するエッジ方向処理部と、エッジ検出部の検出結果に基づいて、出力画像データの各画素毎に、エッジ方向処理部から出力される画素値をエッ
- 20 ジ勾配方向に輪郭強調処理して、出力画像データの画素値を順次出力するエッジ勾配方向処理部とを備えるようにすれば、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向と、このエッジ勾配方向に直交するエッジ方向とでそれぞれエッジ強調、平滑化処理して出力画像データを生成することができ、これに高周波成分の喪失を有効に回避しつつ、ジャギーの発生を防止することができる。

- 25 また本発明においては、入力画像データを処理して出力画像データを出力する画像処理方法に適用して、入力画像データの各画素毎に、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向と、エッジ勾配方向と直交するエッジ方向とを検出するエッジ検出ステップと、エッジ検出ステップによる検出結果に基づいて、出力画像データの各画素毎に、エッジ方向に画像データを平滑化処理して、出力画像データ

の各画素に対応する画素値を順次検出するエッジ方向処理ステップと、エッジ検出ステップによる検出結果に基づいて、出力画像データの各画素毎に、エッジ方向処理ステップで検出された画素値をエッジ勾配方向に輪郭強調処理して、出力画像データの画素値を順次出力するエッジ勾配方向処理ステップとを備えるよう

5 にする。

これにより本発明の構成によれば、高周波成分の喪失を有効に回避しつつ、ジャギーの発生を防止することができる画像処理方法を提供することができる。

また本発明においては、演算処理手段による実行により、入力画像データを処理して出力画像データを出力する画像処理方法のプログラムに適用して、入力画像データの各画素毎に、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向と、エッジ勾配方向と直交するエッジ方向とを検出するエッジ検出ステップと、エッジ検出ステップによる検出結果に基づいて、出力画像データの各画素毎に、エッジ方向に画像データを平滑化処理して、出力画像データの各画素に対応する画素値を順次検出するエッジ方向処理ステップと、エッジ検出ステップによる検出結果に基づいて、出力画像データの各画素毎に、エッジ方向処理ステップで検出された画素値をエッジ勾配方向に輪郭強調処理して、出力画像データの画素値を順次出力するエッジ勾配方向処理ステップとを備えるようにする。

これにより本発明の構成によれば、高周波成分の喪失を有効に回避しつつ、ジャギーの発生を防止することができる画像処理方法のプログラムを提供することができる。

また本発明においては、演算処理手段による実行により、入力画像データを処理して出力画像データを出力する画像処理方法のプログラムを記録した記録媒体に適用して、画像処理方法のプログラムは、入力画像データの各画素毎に、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向と、エッジ勾配方向と直交するエッジ方向とを検出するエッジ検出ステップと、エッジ検出ステップによる検出結果に基づいて、出力画像データの各画素毎に、エッジ方向に画像データを平滑化処理して、出力画像データの各画素に対応する画素値を順次検出するエッジ方向処理ステップと、エッジ検出ステップによる検出結果に基づいて、出力画像データの各画素毎に、エッジ方向処理ステップで検出された画素値をエッジ勾配方向に輪郭強

調処理して、出力画像データの画素値を順次出力するエッジ勾配方向処理ステップとを備えるようにする。

これにより本発明の構成によれば、高周波成分の喪失を有効に回避しつつ、ジャギーの発生を防止することができる画像処理方法のプログラムを記録した記録

5 媒体を提供することができる。

本発明によれば、高周波成分の喪失を有効に回避しつつ、ジャギーの発生を防止することができる。

10

図面の簡単な説明

第1図は、本発明の実施例に係る画像処理装置の構成を示す機能ブロック図である。

第2図は、画素勾配の行列の生成に供する略線図である。

第3図は、エッジ勾配方向及びエッジ方向の説明に供する略線図である。

15 第4図は、エッジ方向処理部の動作の説明に供する略線図である。

第5図は、平滑化処理範囲の設定に供するパラメータを示す特性曲線図である。

第6図は、平滑化処理範囲の設定に供する他のパラメータを示す特性曲線図である。

20 第7図は、エッジ勾配方向処理部の動作の説明に供する略線図である。

第8図は、ブレンド処理部の設定に供するパラメータを示す特性曲線図である。

第9図は、ブレンド処理部の設定に供する他のパラメータを示す特性曲線図である。

25

発明を実施するための最良の形態

以下、適宜図面を参照しながら本発明の実施例を詳述する。

(1) 実施例の構成

第1図は、本発明の実施例に係る画像処理装置を示す機能ブロック図である。

この画像処理装置 1 は、演算処理手段である例えばデジタルシグナルプロセッサにより形成され、この演算処理手段により所定の処理プログラムを実行することにより、入力画像データである画像データ D 1 の解像度を図示しないコントローラにより指示された解像度に変換して出力する。これによりこの画像処理装置 5 1 では、画像データ D 1 による画像を拡大、縮小してなる出力画像データ D 2 を生成し、表示手段等に出力するようになされている。

なおこの実施例において、この演算処理手段に係る処理プログラムにおいては、この画像処理装置にプリインストールされて提供されるようになされているものの、このような処理プログラムの提供にあつては、例えばインターネット等による 10 ネットワークを介したダウンロードにより提供するようにしてもよく、さらには種々の記録媒体を介して提供するようにしてもよい。なおこのような記録媒体においては、光ディスク、メモ리카ード、着脱可能なハードディスク装置等、種々の記録媒体に広く適用することができる。

この画像処理装置 1 において、エッジ検出部 2 は、画像データ D 1 の各画素毎 15 に、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向、このエッジ勾配方向と直交するエッジ方向を検出する。すなわちエッジ検出部 2 において、勾配行列生成部 3 は、例えばラスタ走査順に順次注目画素を切り換え、第 2 図に示すように、この注目画素を中心とした範囲 W における画素値を用いた演算処理により、次式により表される輝度勾配の行列 G を各画素毎に生成する。なおここで第 2 図は、注目画 20 素を中心にした x 方向及び y 方向の ± 3 画素をこの範囲 W に設定した例である。

$$\begin{aligned}
 G &= \int_W g g^T w dA \\
 25 \quad &= \sum_w \begin{pmatrix} g_x^{(i,j)} g_x^{(i,j)} w^{(i,j)} & g_x^{(i,j)} g_y^{(i,j)} w^{(i,j)} \\ g_y^{(i,j)} g_x^{(i,j)} w^{(i,j)} & g_y^{(i,j)} g_y^{(i,j)} w^{(i,j)} \end{pmatrix} \\
 &= \begin{pmatrix} G_{xx} & G_{xy} \\ G_{yx} & G_{yy} \end{pmatrix} \quad \dots\dots (1)
 \end{aligned}$$

また $w^{(i,j)}$ は、(2) 式により表されるガウス型の重みであり、 g は、画像輝度 I の x 方向の偏微分 g_x と、画像輝度 I の y 方向の偏微分 g_y とにより (3) 式で表される輝度勾配である。

$$5 \quad w^{(i,j)} = e^{-\frac{i^2+j^2}{2\sigma^2}} \quad \dots\dots (2)$$

$$g = (g_x, g_y)$$

$$10 \quad = \left(\frac{\partial I}{\partial x}, \frac{\partial I}{\partial y} \right) \quad \dots\dots (3)$$

これによりエッジ検出部 2 において、勾配行列生成部 3 は、注目画素を中心とした所定範囲 W について、注目画素を基準にして重み付け処理してなる輝度勾配を検出するようになされている。

- 15 エッジ検出部 2 において、続く固有値、固有ベクトル検出部 4 は、この勾配行列生成部 3 で生成した輝度勾配の行列 G を処理することにより、第 3 図に示すように、注目画素において、画素値の勾配が最も大きい方向であるエッジ勾配方向 v_1 、このエッジ勾配方向 v_1 に直交する方向であるエッジ方向 v_2 を検出する。またこれらエッジ勾配方向 v_1 、エッジ方向 v_2 について、それぞれ画素値の
- 20 勾配の分散を示す固有値 λ_1 、 λ_2 を検出する。

具体的に、固有値、固有ベクトル検出部 4 は、次式の演算処理により、エッジ勾配方向 v_1 、エッジ方向 v_2 、固有値 λ_1 、 λ_2 ($\lambda_1 \geq \lambda_2$) を検出する。

$$25 \quad \lambda_1 = \frac{G_{xx} + G_{yy} + \sqrt{a}}{2} \quad \dots\dots (4)$$

$$\lambda_2 = \frac{G_{xx} + G_{yy} - \sqrt{a}}{2} \quad \dots\dots (5)$$

$$v1 = \frac{v'1}{\|v'1\|}$$

$$5 \quad v'1 = \left(\frac{G_{xx} - G_{yy} + \sqrt{a}}{2 G_{xy}}, 1 \right) \quad \dots (6)$$

$$v2 = \frac{v'2}{\|v'2\|}$$

$$10 \quad v'2 = \left(\frac{G_{xx} - G_{yy} - \sqrt{a}}{2 G_{xy}}, 1 \right) \quad \dots (7)$$

但し、 a は、次式による。

$$15 \quad a = G_{xx}^2 + 4 G_{xy}^2 - 2 G_{xx} G_{yy} + G_{yy}^2 \quad \dots (8)$$

エッジ方向処理部 5 は、このようにしてエッジ検出部 2 で検出される画像データ D 1 の注目画素に係るエッジ方向 $v 2$ に基づいて、解像度変換後の画像データ D 2 に係る各画素のエッジ方向 $v c$ を計算し、このエッジ方向 $v c$ に基づく内挿処理により出力画像データ D 2 の各画素 $P c$ に対応する画素値を順次計算する

20 。

すなわちエッジ方向処理部 5 は、第 4 図に示すように、計算対象である出力画像データ D 2 の画素（以下、画像データ D 2 に係る注目画素と呼ぶ） $P c$ に隣接してなる画像データ D 1 の各画素（この第 4 図の例では $P 3$ 、 $P 4$ 、 $P 9$ 、 $P 10$ ）について、次式の演算処理を実行することにより、画像データ D 1 に係る
25 これら隣接する画素のエッジ方向 $v 2$ (v_3 、 v_4 、 v_9 、 v_{10}) を用いた内挿処理により注目画素 $P c$ のエッジ方向 $v c$ を計算する。

$$v_c = (1 - t_y) \{ (1 - t_x) v_3 + t_x v_4 \} + t_y \{ (1 - t_x) v_9 + t_x v_{10} \} \quad \dots (9)$$

なおここで、 t_x 、 t_y は、それぞれ画像データ D 1 によるサンプリング点 $P 3$

、 P_4 、 P_9 、 P_{10} を x 方向及び y 方向に内分する注目画素の座標値であり、 $0 \leq t_x \leq 1$ 、 $0 \leq t_y \leq 1$ である。

さらにエッジ方向処理部5は、このようにして計算される注目画素 P_c のエッジ方向 v_c より、注目画素 P_c のサンプリング点からエッジ方向 v_c の直線上に、画像データD1のサンプリングピッチによるサンプリング点 $P-2$ 、 $P-1$ 、 P_1 、 P_2 を所定個数だけ設定する。さらにこのサンプリング点 $P-2$ 、 $P-1$ 、 P_1 、 P_2 と注目画素 P_c とについて、画像データD1の画素値を用いた補間演算処理によりそれぞれ画素値を計算し、これによりエッジ検出部2の検出結果に基づいて、出力画像データD2の各画素毎に、エッジ方向 v_c に延長する直線上に、入力画像データD1の内挿処理によるエッジ方向の内挿画像データを生成する。

またこのとき後述するエッジ方向範囲の決定部6による計算結果に従って、このようにして設定するサンプリング点の数を切り換え、また続くフィルタリングの処理を切り換え、これにより注目画素のエッジ方向 v_c に係るエッジの信頼度に応じてフィルタリング処理のタップ数を切り換える。具体的に、例えば続くフィルタリングの処理を3タップのフィルタリングにより実行する場合、注目画素 P_c については、周辺画素 P_3 、 P_4 、 P_9 、 P_{10} を用いた線型補間により画素値を計算し、また同様にして前後のサンプリング点 $P-1$ 、 P_1 については、それぞれ P_2 、 P_3 、 P_8 、 P_9 及び P_4 、 P_5 、 P_{10} 、 P_{11} を用いた線型補間により画素値を計算する。これに対して例えば続くフィルタリングの処理を5タップのフィルタリングにより実行する場合、注目画素 P_c については、周辺画素 P_3 、 P_4 、 P_9 、 P_{10} を用いた線型補間により画素値を計算し、また同様にしてサンプリング点 $P-2$ 、 $P-1$ 、 P_1 、 P_2 について、画素値を計算する。

続いてエッジ方向処理部5は、このようにして計算したサンプリング点 $P-2$ 、 $P-1$ 、 P_1 、 P_2 及び注目画素 P_c の画素値をフィルタリング処理により平滑化処理し、注目画素 P_c の画素値 P_c' を決定する。すなわち3タップのフィルタリングによる場合には、例えば次式の演算処理により注目画素 P_c の画素値 P_c' を計算する。

$$P'_c = 0.25 \times P_{-1} + 0.5 \times P_c + 0.25 \times P_{+1} \quad \dots (10)$$

これに対して5タップのフィルタリングによる場合には、例えば次式の演算処理により注目画素 P_c の画素値 P'_c を計算する。

5

$$P'_c = 0.0625 \times P_{-2} + 0.25 \times P_{-1} + 0.375 \times P_c$$

$$+ 0.25 \times P_{+1} + 0.0625 \times P_{+2} \quad \dots (11)$$

これらによりこの実施例においては、エッジ方向の内挿画像データの平滑化処理により、出力画像データD2の画素に対応する画素値を計算するようになされ、これにより高周波成分の喪失を有効に回避しつつ、エッジにおけるジャギーの発生を防止するようになされている。なおこれら内挿画像データの生成に供する補間演算処理にあつては、隣接する近傍画素の画素値を用いた線型補間に限らず、種々の周辺画素を用いた種々の補間演算処理方法を広く適用することができる。

15 またこの内挿画像データを用いたフィルタリング処理に係る演算処理についても、(10)式、(11)式について上述した演算処理に限らず、種々の重み付け係数による補間演算処理を広く適用することができる。

ところでこのように画素毎にエッジ方向を検出して画像データD2に係る画素値を計算する場合、エッジでは無い箇所で輝度勾配と直交する方向に平滑化処理する恐れもある。このような場合に、大きな範囲である多くのタップ数によりフィルタリング処理したのでは、却って画質を劣化することになる。しかしながらこれとは逆に、エッジの部分では、大きな範囲でフィルタリング処理して、一段と確実にジャギーの発生を防止して滑らかなエッジを形成することができる。

これによりこの実施例では、画素毎にフィルタリング処理するタップ数を切り換え、これにより画素毎にエッジ方向に平滑化処理する範囲を可変する。またこのような平滑化処理する範囲をエッジ方向 v_c へのエッジの信頼度により可変し、これにより平滑化処理による画質劣化を防止する。

具体的に、この実施例では、エッジ方向 v_2 の固有値 λ_2 と、エッジ勾配方向 v_1 の固有値 λ_1 との比率 λ_2/λ_1 により、このようなエッジ方向 v_c へのエ

ッジの信頼度を検出する。すなわちこの比率 λ_2/λ_1 が小さい場合には、この注目画素においては、エッジ勾配方向 v_1 の画素値の勾配が支配的であり、エッジ方向 v_2 に強いエッジであると判断することができる。これによりエッジ方向処理範囲の決定部6は、第5図に示すように、この比率 λ_2/λ_1 が一定の範囲

5 λ_2/λ_{1min} 、 λ_2/λ_{1max} においては、比率 λ_2/λ_1 の値が低下するに従ってほぼ直線的に値が増加し、比率 λ_2/λ_1 の値がこの一定の範囲 λ_2/λ_{1min} 、 λ_2/λ_{1max} 以外の場合には、それぞれ最大値 p_{max} 及び最小値 p_{min} となるパラメータ p を生成する。これによりエッジ方向へのエッジの信頼度に応じて値の変化するパラメータ p を生成する。

- 10 またエッジ勾配方向 v_1 の固有値 λ_1 が大きい場合、エッジを挟んでコントラストが大きい場合であり、はっきりとしたエッジであると言える。これによりエッジ方向処理範囲の決定部6は、第6図に示すように、所定の範囲 λ_{1min} 、 λ_{1max} で、固有値 λ_1 に応じてほぼ直線的に値が増加し、これらの範囲 λ_{1min} 、 λ_{1max} より値の小さい側及び値の大きい側では、それぞれ下限値 q_{min} 、上限値 q_{max} となるパラメータ q を生成する。これによりエッジの立ち上がりに応じて値の変化するパラメータ q を生成する。
- 15

エッジ方向処理範囲の決定部6は、これら2つのパラメータ p 及び q について、次式により表される乗算処理を実行し、これによりエッジ方向処理に係るフィルタリング処理の範囲 r を計算する。

20

$$r = p \times q$$

..... (12)

- なおエッジ方向処理範囲の決定部6においては、エッジ方向処理部5の処理に係る画像データD2のサンプリング点に対応するように、画像データD1のサンプリング点による固有値 λ_1 、 λ_2 を画像データD2のサンプリング点に係る固有値に変換してフィルタリング処理の範囲 r を計算する。この場合に、画像データD1のサンプリング点によりフィルタリング処理の範囲 r を計算した後、この計算結果の内挿処理により画像データD2のサンプリング点に係るフィルタリング処理の範囲 r を計算するようにしてもよく、またこれとは逆に、画像データD1のサンプリング点に係る固有値 λ_1 、 λ_2 を内挿処理して画像データD2のサ
- 25

ンプリング点に係る固有値 λ_1 、 λ_2 を計算した後、この計算結果から画像データD2のサンプリング点に係るフィルタリング処理の範囲 r を計算するようにしてもよい。

しかしてエッジ方向処理部5は、このようにして計算される範囲 r によりフィルタリング処理のタップ数を切り換えて画像データD2に係る注目画素 P_c の画素値 P_c' を計算する。

このフィルタリングの処理において、エッジ方向処理部5は、フィルタリング結果の融合処理を実行することにより、実数値のタップ数によりフィルタリング処理を実行し、これにより整数値のタップ数によりフィルタリング処理した場合の、タップ数の切り換え時における不自然さを解消する。

すなわちエッジ方向処理部5では、次式により示される整数値によるタップ数のフィルタが定義される。なおここでこの実施例において、この整数値のタップ数は、1、3、5、……による奇数値が適用される。

$$n_{integer}^{-1} = \text{floor}(n_{real})$$

$$n_{integer}^{+1} = \text{ceil}(n_{real}) \quad \dots\dots (13)$$

ここで $\text{floor}(n)$ は、 n を越えない最大の整数のタップ数であり、 $\text{ceil}(n)$ は、 n 以上の最小の整数のタップ数である。また n_{real} は、(12)式により計算された範囲 r が適用される。これにより $n=3.5$ の場合、 $\text{floor}(n)$ はタップ数3であり、 $\text{ceil}(n)$ はタップ数5となる。

フィルタリング結果の融合処理は、これら2種類のフィルタリング処理結果を用いて次式の演算処理を実行することにより、実数値によるフィルタリング処理結果 $f(n)$ を計算して実行される。これによりエッジ方向処理部5は、フィルタリング処理の範囲 r によりこれら2種類のタップ数によるフィルタリング処理を実行し、さらにこれら2種類のフィルタリング処理結果を用いて(14)式の演算処理を実行することにより、画像データD2に係る注目画素 P_c の画素値 P_c' を計算する。これによりエッジ方向処理部5は、エッジ方向へのエッジの信頼度に応じたタップ数によりフィルタリング処理して画像データD2に係る注目

画素 P_c の画素値 P_c' を計算するようにして、このタップ数を少数点以下の単位で可変するようになされている。

$$f(n) = \alpha f(n_{\text{integer}}^{-1}) + (1 - \alpha) f(n_{\text{integer}}^{+1}) \quad \dots\dots (14)$$

5

ここで $\alpha = (n_{\text{integer}}^{+1} - n_{\text{real}}) / 2$ 。

エッジ勾配方向処理部 7 は、このようにしてエッジ方向処理部 5 で計算される画像データ D 2 に係る注目画素 P_c の画素値 P_c' を用いて、エッジ勾配方向 v_1 に輪郭強調処理を実行する。すなわちエッジ勾配方向処理部 7 は、第 7 図に示すように、エッジ方向処理部 5 において、画像データ D 2 に係る注目画素 P_c でエッジ方向 v_c を計算したと同様にして、画像データ D 1 に係る隣接するサンプリング点のエッジ勾配方向 v_1 より、画像データ D 2 に係る注目画素 P_{cc} のエッジ勾配方向 v_g を計算する。

さらにエッジ勾配方向処理部 7 は、このようにして計算される注目画素 P_{cc} のエッジ勾配方向 v_g より、注目画素 P_{cc} のサンプリング点からエッジ勾配方向 v_g の直線上に、画像データ D 2 のサンプリングピッチによるサンプリング点 P_{c-1} 、 P_{c+1} を所定個数だけ設定する。さらにこのサンプリング点 P_{c-1} 、 P_{c+1} と注目画素 P_{cc} とについて、エッジ方向処理部 5 から出力される画素値を用いた補間演算処理によりそれぞれ画素値を計算する。これによりエッジ勾配方向処理部 7 は、エッジ検出部 2 の検出結果に基づいて、出力画像データ D 2 の各画素毎に、エッジ勾配方向 v_g に延長する直線上に、エッジ方向処理部 5 から出力される画素値による画像データの内挿処理によるエッジ勾配方向の内挿画像データを生成するようになされている。

続いてエッジ勾配方向処理部 7 は、このようにして計算したサンプリング点 P_{c-1} 、 P_{c+1} と注目画素 P_{cc} の画素値をフィルタリング処理し、注目画素 P_{cc} の画素値 P_{cc}' を決定する。しかしてこの第 7 図の例にあつては、3 タップにより注目画素 P_{cc} の画素値 P_{cc}' を計算する場合であり、サンプリング点 P_{c-1} の画素値にあつては、周辺のサンプリング点 P_{c1} 、 P_{c2} 、 P_{c4} 、 P_{cc} による線型補間により生成され、またサンプリング点 P_{c+1} の画素

値にあつては、周辺のサンプリング点 P_{cc} 、 P_{c5} 、 P_{c7} 、 P_{c8} による線型補間により生成されるようになされている。これによりエッジ勾配方向処理部 7 は、エッジを横切る方向に輪郭強調するようになされている。なおこれら内挿画像データの生成に供する補間演算処理にあつては、このような隣接する近傍画素の画素値を用いた線型補間に限らず、種々の周辺画素を用いた補間演算処理方法を広く適用することができる。またこの内挿画像データを用いたフィルタリング処理に係る演算処理についても、種々の重み付け係数による補間演算処理を広く適用することができる。

補間処理部 8 は、例えば線型補間処理、バイキュービック変換処理により、画像データ $D1$ の解像度を変換して画像データ $D2$ に対応するサンプリングピッチによる画素値 P_a を出力する。

ブレンド比決定部 9 は、エッジ方向 v_c へのエッジの信頼度に応じてブレンド用の重み付け係数を生成する。すなわち上述したようにエッジ方向に平滑化処理し、エッジと直交する方向に輪郭強調する場合にあつては、自然画において、不自然に輪郭強調する場合がある。このためこの実施例においては、別途、補間処理部 8 で従来手法により生成した画像データ $D2$ に係る画素値 P_a と、エッジ勾配方向処理部 7 で生成される画素値 $P_{cc'}$ とをブレンド処理部 10 により重み付け加算して画像データ $D2$ を生成するようになされ、ブレンド比決定部 9 は、この重み付け加算処理に係る重み付け係数を可変する。またこの重み付け係数の可変を、エッジ方向へのエッジの信頼度により可変し、これにより過度なエッジに係る処理の不自然さを防止する。またこのエッジ方向へのエッジの信頼度に、エッジ方向 v_2 の固有値 λ_2 と、エッジ勾配方向 v_1 の固有値 λ_1 との比率 λ_2 / λ_1 を適用して処理する。

具体的に、この比率 λ_2 / λ_1 が小さい場合には、この注目画素においては、エッジ勾配方向 v_1 の、勾配が支配的であり、エッジ方向 v_2 に強いエッジであると判断することができる。これによりブレンド比決定部 9 は、第 8 図に示すように、この比率 λ_2 / λ_1 が一定の範囲 $\lambda_2 / \lambda_{1min}$ 、 $\lambda_2 / \lambda_{1max}$ においては、比率 λ_2 / λ_1 の値が低下するに従ってほぼ直線的に値が増加し、比率 λ_2 / λ_1 の値がこの一定の範囲 $\lambda_2 / \lambda_{1min}$ 、 $\lambda_2 / \lambda_{1max}$ 以外の

場合には、それぞれ最大値 s_{max} 及び最小値 s_{min} となるパラメータ s を生成する。これによりエッジ方向へのエッジの信頼度に応じて値の変化するパラメータ s を生成する。

またエッジ勾配方向 v_1 の固有値 λ_1 が大きい場合、エッジを挟んでコントラストが大きい場合であり、はっきりとしたエッジであると言える。これによりブレンド比決定部 9 は、第 9 図に示すように、所定の範囲 λ_{1min} 、 λ_{1max} で、固有値 λ_1 に応じてほぼ直線的に値が増加し、これらの範囲 λ_{1min} 、 λ_{1max} 以外では、それぞれ下限値 t_{min} 、上限値 t_{max} となるパラメータ t を生成する。これによりエッジの立ち上がりに応じて値の変化するパラメータ t を生成する。

ブレンド比決定部 9 は、これら 2 つのパラメータ s 及び t について、次式により表される乗算処理を実行し、これによりブレンド用の重み付け係数 β ($0 \leq \beta \leq 1$) を計算する。

$$\beta = s \times t \quad \dots\dots (15)$$

なおブレンド比決定部 9 においては、画像データ D_2 に係るサンプリング点に対応するように、画像データ D_1 のサンプリング点による固有値 λ_1 、 λ_2 を画像データ D_2 のサンプリング点に係る固有値に変換してブレンド用の重み付け係数 α を計算する。この場合に、画像データ D_1 のサンプリング点によりブレンド用の重み付け係数 α を計算した後、この計算結果の内挿処理により画像データ D_2 のサンプリング点に係るブレンド用の重み付け係数 α を計算するようにしてもよく、またこれとは逆に、画像データ D_1 のサンプリング点に係る固有値 λ_1 、 λ_2 を内挿処理して画像データ D_2 のサンプリング点に係る固有値 λ_1 、 λ_2 を計算した後、この計算結果から画像データ D_2 のサンプリング点に係るブレンド用の重み付け係数 β を計算するようにしてもよい。

ブレンド処理部 10 は、次式の演算処理を実行することにより、エッジ勾配方向処理部 7 で計算される画素値 $P_{cc'}$ による画像データ S_3 と、補間処理部 8 で計算される画素値 P_a による画像データ S_{11} とをブレンド比決定部 9 による重み付け係数 β により重み付け加算処理し、その処理結果を画像データ D_2 によ

り出力する。

$$S4 = \beta \times S3 + (1 - \beta) \times S11 \quad \dots\dots (16)$$

5 (2) 実施例の動作

以上の構成において、入力画像データD1は（第1図）、エッジ検出部2に入力され、ここで各画素毎に、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向v1と、このエッジ勾配方向v1と直交するエッジ方向v2とが合次検出される（第2図及び第3図）。また入力画像データD1は、エッジ方向処理部5に入力され、ここでエッジ検出部2の検出結果に基づいて、出力画像データD2の各画素毎に、エッジ方向v2に画像データを平滑化処理して、出力画像データD2の各画素に対応する画素値Pcが合次計算される。またこの計算結果により画素値Pcがエッジ勾配方向処理部7に入力され、ここでエッジ検出部2の検出結果に基づいて、出力画像データD2の各画素毎に、エッジ勾配方向v1に輪郭強調処理され、出力画像データD2の画素値が計算される。これにより入力画像データD1は、エッジ方向v2には平滑化処理されることにより、ジャギーの発生を有効に回避することができる。またエッジ方向v2と直交する方向であるエッジ勾配方向v1には、輪郭強調され、これによりエッジ方向と直交する方向については、高周波成分が強調され、これらにより高周波成分の喪失を有効に回避しつつ、ジャギーの発生を防止して画像データD2に変換される。

このようにして一連の処理を実行するにつき、入力画像データD1は、エッジ方向処理部5において（第4図）、エッジ検出部2の検出結果に基づいて、出力画像データD2の各画素毎に、エッジ方向v2に延長する直線上に、入力画像データD1の内挿処理によるエッジ方向の内挿画像データPcが生成され、このようにして生成されるエッジ方向の内挿画像データPcのフィルタリング処理により、出力画像データD2の各画素に対応する画素値Pc'が合次計算される。これによりこのフィルタリング処理に係る特性の設定により、エッジ方向v2について平滑化処理され、ジャギーの発生が有効に回避される。

入力画像データD1は、エッジ検出部2において、勾配行列生成部3で各画素

毎に輝度勾配の行列Gが生成され、この輝度勾配の行列Gが続く固有値、固有ベクトル検出部4により処理されて、エッジ勾配方向 v_1 、エッジ方向 v_2 とが検出される。またこのとき併せてエッジ勾配方向 v_1 、エッジ方向 v_2 に係る画素値の勾配の分散を示す固有値 λ_1 、 λ_2 が計算される。

- 5 このエッジ検出部2における計算結果のうち、固有値 λ_1 、 λ_2 は、エッジ方向処理範囲の決定部6において、固有値 λ_2 と固有値 λ_1 の比率 λ_2/λ_1 が計算され、この比率 λ_2/λ_1 にあつては、エッジ勾配方向の画素勾配が支配的である場合程、値が小さくなり、これによりエッジの信頼度が検出される。これによりエッジ方向処理範囲の決定部6において、この比率 λ_2/λ_1 によりエッジ
- 10 の信頼度を示すパラメータ p が生成される（第5図）。これによりこの実施例では、エッジ勾配方向 v_1 、エッジ方向 v_2 の計算に供する勾配行列 g を有効に利用して、エッジの信頼度が計算される。また固有値 λ_1 にあつてはエッジの強さを示すことにより、この固有値 λ_1 によりパラメータ p に対応するパラメータ q が生成される（第6図）。またこれらパラメータ p 及び q の乗算により、フィル
- 15 タリング処理の範囲 r が計算される。

- 入力画像データD1は、エッジ方向処理部5において、エッジ方向の内挿画像データ P_c をフィルタリング処理して出力画像データD2の画素値 P_c' を生成する際に、このようにしてエッジ方向処理範囲の決定部6で生成されたフィルタリング処理の範囲 r によりフィルタリング処理のタップ数が切り換えられ、エッジ
- 20 の信頼度が高い場合には、広い範囲によりエッジ方向の内挿画像データ P_c をフィルタリング処理して出力画像データD2の画素値 P_c' が生成されるのに対し、エッジの信頼度が低い場合には、狭い範囲によりフィルタリング処理して出力画像データD2の画素値 P_c' が生成される。これにより入力画像データD1は、エッジ方向 v_2 に係るフィルタリング処理のタップ数が、エッジの信頼度に
- 25 より切り換えられ、エッジ以外の部位における過度の平滑化処理が防止され、画質劣化が有効に回避される。

またこのようにして平滑化処理するにつき、画像データD1は、エッジ方向 v_2 へのエッジの信頼度に応じて、フィルタリング処理の重み付け係数 α を切り換え（（12）式）、この重み付け係数 α を用いてタップ数の異なるフィルタリン

グ処理結果を重み付け加算（（14）式）することにより、このようなタップ数の切り換えが小数点以下の単位により実行され、これにより整数値によるタップ数の切り換え時における不自然さが解消される。

このようにエッジ方向処理部5で計算されてなる画像データは、エッジ勾配方向処理部7において、エッジ検出部2の検出結果に基づいて、出力画像データD2の各画素毎に、エッジ勾配方向 v_1 に延長する直線上に、エッジ方向処理部5から出力される画素値による画像データの内挿処理によるエッジ勾配方向の内挿画像データ P_{cc} が生成され（第7図）、このエッジ勾配方向の内挿画像データ P_{cc} のフィルタリング処理により、出力画像データD2の画素値 P_{cc}' が計算される。これによりこのフィルタリング処理に係る特性の設定により、エッジ勾配方向 v_1 について輪郭強調処理されて画像データD2が生成される。

しかしながらこのようにして生成されてなるエッジ勾配方向処理部7の出力データにおいては、自然画に係る画像データD1を処理した場合に、過度に輪郭が強調される場合もある。これにより画像データD1は、補間処理部8において、従来手法による補間処理により出力画像データD2の各画素毎に画素値 P_a' が計算される。しかしてこのようにして補間処理部8で従来手法により生成される画像データS11は、高周波成分が失われているものの、過度には輪郭が強調されていないことになる。

画像データD1は、この補間処理部8からの画像データS11と、エッジ勾配方向処理部7からの画像データS3とが、ブレンド処理部10において、画像に応じて重み付け加算処理されて出力画像データD2が生成され、これにより過度に輪郭が強調されている部位については、従来手法による画素値 P_a' により補正されて出力画像データD2が生成される。これによりこの実施例では、過度な輪郭強調による画質劣化が防止される。

この実施例では、エッジ方向処理範囲の決定部6においてフィルタリング処理範囲 r を計算した場合と同様に、固有値 λ_1 、 λ_2 による比率 λ_2/λ_1 によりエッジの信頼度が計算され、このエッジの信頼度によりブレンド処理部10における重み付け加算処理の重み付け係数 β が計算される（第8図）。また固有値 λ_1 によって重み付け係数 β が補正される（第9図）。これによりこの実施例では

、このような過度の輪郭強調を防止する処理についても、エッジ勾配方向 v_1 、エッジ方向 v_2 の計算に供する勾配行列 g を有効に利用して、エッジの信頼度が計算され、このエッジの信頼度により重み付け係数 β が設定され、これらにより簡易な構成により過度の輪郭強調が防止される。

5 (3) 実施例の効果

以上の構成によれば、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向 v_1 、このエッジ勾配方向 v_1 に直交するエッジ方向 v_2 を検出し、エッジ勾配方向 v_1 、エッジ方向 v_2 にそれぞれエッジ強調、平滑化処理して出力画像データ D_2 を生成

10 することにより、高周波成分の喪失を有効に回避しつつ、ジャギーの発生を防止

またこの平滑化処理に係るフィルタリング処理にあつては、エッジ検出部 2 の検出結果に基づいて、出力画像データ D_2 の各画素毎に、エッジ方向 v_2 に延長する直線上に、入力画像データ D_1 の内挿処理によるエッジ方向の内挿画像データ P_c を生成した後、このエッジ方向の内挿画像データ P_c のフィルタリング処

15 理により、出力画像データ D_2 の各画素に対応する画素値 P_c' を順次検出することにより、このフィルタリング処理に係る特性を種々に設定して所望の特性により平滑化処理することができる。

またエッジ方向 v_2 へのエッジの信頼度に応じて、このフィルタリング処理に供するタップ数を切り換えることにより、エッジ以外の部分における誤った平滑

20 化処理を防止することができる。

またエッジ方向 v_2 へのエッジの信頼度に応じて、このフィルタリング処理の重み付け係数 α を可変し、フィルタリング処理の重み付け係数 α を用いてタップ数の異なるフィルタリング処理結果を重み付け加算することによる小数点以下の単位によるタップ数の切り換えにより、このタップ数の切り換えを実行すること

25 により、整数値によるタップ数の切り換え時における不自然さを有効に回避することができる。

またこのエッジ方向 v_2 へのエッジの信頼度が、エッジ方向 v_2 に係る画素値の勾配の分散 λ_2 とエッジ勾配方向 v_1 に係る画素値の勾配の分散 λ_1 との比率であることにより、エッジ勾配方向 v_1 、エッジ方向 v_2 の検出に供する構成を

有効に利用して、タップ数の切り換え時における不自然さを有効に回避することができる。

- これに対して輪郭強調の処理にあつては、エッジ検出部 2 の検出結果に基づいて、出力画像データ D 2 の各画素毎に、エッジ勾配方向 v_1 に延長する直線上に
- 5、エッジ方向処理部 5 から出力される画素値 P_c' による画像データ P_c の内挿処理によるエッジ勾配方向の内挿画像データ P_{cc} を生成した後、このエッジ勾配方向の内挿画像データ P_{cc} のフィルタリング処理により実行することにより、このフィルタリング処理の特性を種々に設定して所望の特性により輪郭強調することができる。
- 10 また出力画像データ D 2 のサンプリングピッチを入力画像データ D 1 のサンプリングピッチと異ならせるようにして一連の処理を実行することにより、平滑化処理、輪郭強調処理において、併せてサンプリングピッチを変更するようにして、別途、補間処理部 8 により入力画像データ D 1 を補間画像データ S 1 1 に変換すると共に、エッジ方向 v_2 へのエッジの信頼度に応じてブレンド用の重み付け
- 15 係数 β を可変し、このブレンド用の重み付け係数 β により、エッジ勾配方向処理部から出力される画像データ S 3 と、補間画像データ S 1 1 とを重み付け加算処理して出力画像データ D 2 を出力することにより、自然画における過度の輪郭強調を有効に回避することができる。

(4) 他の実施例

- 20 なお上述の実施例においては、タップ数の切り換えによりエッジ方向に係る平滑化処理範囲を可変する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、平滑化処理に係る重み付け係数の可変により、等化的にタップ数を切り換えるようにしてもよい。

- また上述の実施例においては、平滑化処理範囲、ブレンド処理部における重み
- 25 付け加算処理を固有値 λ_2 、 λ_1 の比率、固有値 λ_1 により可変する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、実用上十分な特性を確保できる場合には、固有値 λ_2 、 λ_1 の比率だけで可変するようにしてもよい。またこのような固有値 λ_2 、 λ_1 の比率、固有値 λ_1 によるエッジの信頼度の検出に代えて種々の輪郭検出手法を適用することもできる。またブレンド処理部の重み付け加算処理に

係る過度の輪郭補正にあつては、自然画において、木の葉が密集しているような箇所が発生することにより、例えば周波数特性等により検出される画像各部の特徴により可変するようにしてもよい。

- また上述の実施例においては、平滑化処理範囲、ブレンド処理部における重み付け加算処理を可変する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、実用上十分な特性を確保できる場合には、これらの処理を省略するようにしてもよく、さらには画像の種類によって、これら何れかの処理、これら双方の処理を省略するようにしてもよい。

- また上述の実施例においては、入力画像データD1のサンプリングピッチを可変して画像を拡大、縮小する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、輪郭補正の処理にも広く適用することができる。この場合、エッジ方向処理部、エッジ勾配方向処理部においては、入力画像データのサンプリングピッチと等しい出力画像データのサンプリングピッチにより一連の処理を実行するようにし、また補間処理の構成を省略して、ブレンド処理部10においては、エッジ勾配方向
- 15 処理部7の出力データと入力画像データとを重み付け加算することにより、単に入力画像データを輪郭強調することができる。

また上述の実施例においては、演算処理手段により所定のプログラムを実行して画像データを処理する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、ハードウェアの構成により画像データを処理する場合にも広く適用することができる。

20

産業上の利用可能性

本発明は、例えば解像度の変換に適用することができる。

請求の範囲

1. 入力画像データを処理して出力画像データを出力する画像処理装置において、
 - 5 前記入力画像データの各画素毎に、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向と、前記エッジ勾配方向と直交するエッジ方向とを検出するエッジ検出部と、
前記エッジ検出部の検出結果に基づいて、前記出力画像データの各画素毎に、
前記エッジ方向に前記画像データを平滑化処理して、前記出力画像データの各画素に対応する画素値を順次出力するエッジ方向処理部と、
 - 10 前記エッジ検出部の検出結果に基づいて、前記出力画像データの各画素毎に、
前記エッジ方向処理部から出力される画素値を前記エッジ勾配方向に輪郭強調処理して、前記出力画像データの画素値を順次出力するエッジ勾配方向処理部と
を備えることを特徴とする画像処理装置。
 - 15 2. 前記エッジ方向処理部は、
前記エッジ検出部の検出結果に基づいて、前記出力画像データの各画素毎に、
前記エッジ方向に延長する直線上に、前記入力画像データの内挿処理によるエッジ方向の内挿画像データを生成した後、
前記エッジ方向の内挿画像データのフィルタリング処理により、前記出力画像
20 データの各画素に対応する画素値を順次出力する
ことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の画像処理装置。
 3. 前記エッジ方向処理部は、
前記エッジ方向へのエッジの信頼度に応じて、前記フィルタリング処理に供す
25 るタップ数を切り換える
ことを特徴とする請求の範囲第2項に記載の画像処理装置。
 4. 前記エッジ方向処理部における前記フィルタリング処理に供するタップ数の切り換えが、

前記エッジ方向へのエッジの信頼度に応じて、重み付け係数を可変し、前記重み付け係数を用いてタップ数の異なるフィルタリング処理結果を重み付け加算することによる小数点以下の単位によるタップ数の切り換えである

ことを特徴とする請求の範囲第3項に記載の画像処理装置。

5

5. 前記エッジ方向へのエッジの信頼度が、前記エッジ方向に係る画素値の勾配の分散と前記エッジ勾配方向に係る画素値の勾配の分散との比率である

ことを特徴とする請求の範囲第3項に記載の画像処理装置。

10 6. 前記エッジ勾配方向処理部は、

前記エッジ検出部の検出結果に基づいて、前記出力画像データの各画素毎に、前記エッジ勾配方向に延長する直線上に、前記エッジ方向処理部から出力される画素値による画像データの内挿処理によるエッジ勾配方向の内挿画像データを生成した後、

15 前記エッジ勾配方向の内挿画像データのフィルタリング処理により、前記出力画像データの画素値を順次出力する

ことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の画像処理装置。

7. 前記出力画像データは、

20 前記入力画像データに対してサンプリングピッチを変化させてなる画像データであり、

前記画像処理装置は、

前記入力画像データを補間演算処理して前記出力画像データのサンプリングピッチによる補間画像データを出力する補間処理部と、

25 前記エッジ方向へのエッジの信頼度に応じてブレンド用の重み付け係数を可変するブレンド比決定部と、

前記ブレンド用の重み付け係数により、前記エッジ勾配方向処理部から出力される画像データと、前記補間画像データとを重み付け加算処理して前記出力画像データを出力するブレンド処理部とを有する

ことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の画像処理装置。

8. 前記エッジ方向へのエッジの信頼度に応じてブレンド用の重み付け係数を可変するブレンド比決定部と、

- 5 前記ブレンド用の重み付け係数により、前記エッジ勾配方向処理部から出力される画像データと、前記入力画像データとを重み付け加算処理して前記出力画像データを出力するブレンド処理部とを有する

ことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の画像処理装置。

- 10 9. 入力画像データを処理して出力画像データを出力する画像処理方法において、

前記入力画像データの各画素毎に、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向と、前記エッジ勾配方向と直交するエッジ方向とを検出するエッジ検出ステップと、

- 15 前記エッジ検出ステップによる検出結果に基づいて、前記出力画像データの各画素毎に、前記エッジ方向に前記画像データを平滑化処理して、前記出力画像データの各画素に対応する画素値を順次検出するエッジ方向処理ステップと、

前記エッジ検出ステップによる検出結果に基づいて、前記出力画像データの各画素毎に、前記エッジ方向処理ステップで検出された画素値を前記エッジ勾配方向に輪郭強調処理して、前記出力画像データの画素値を順次出力するエッジ勾配

- 20 方向処理ステップと

を備えることを特徴とする画像処理方法。

10. 演算処理手段による実行により、入力画像データを処理して出力画像データを出力する画像処理方法のプログラムにおいて、

前記入力画像データの各画素毎に、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向と、前記エッジ勾配方向と直交するエッジ方向とを検出するエッジ検出ステップと、

前記エッジ検出ステップによる検出結果に基づいて、前記出力画像データの各

画素毎に、前記エッジ方向に前記画像データを平滑化处理して、前記出力画像データの各画素に対応する画素値を順次検出するエッジ方向処理ステップと、

- 前記エッジ検出ステップによる検出結果に基づいて、前記出力画像データの各画素毎に、前記エッジ方向処理ステップで検出された画素値を前記エッジ勾配方向に輪郭強調処理して、前記出力画像データの画素値を順次出力するエッジ勾配方向処理ステップと
- 5

を備えることを特徴とする画像処理方法のプログラム。

- 1 1. 演算処理手段による実行により、入力画像データを処理して出力画像データを出力する画像処理方法のプログラムを記録した記録媒体において、
- 10

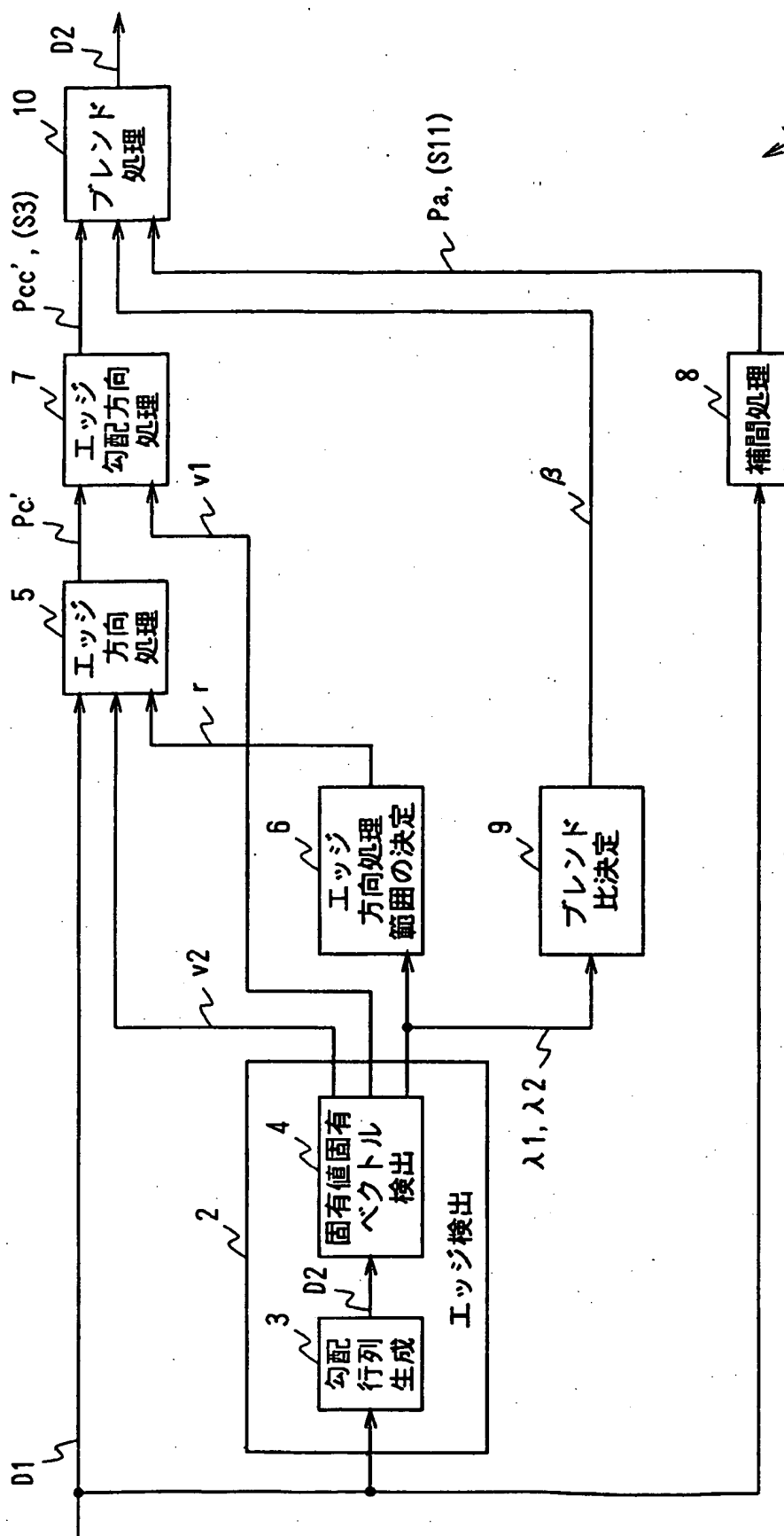
前記画像処理方法のプログラムは、

前記入力画像データの各画素毎に、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向と、前記エッジ勾配方向と直交するエッジ方向とを検出するエッジ検出ステップと、

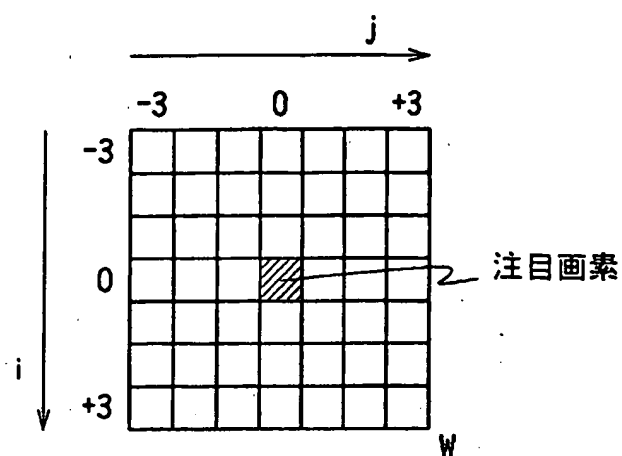
- 15 前記エッジ検出ステップによる検出結果に基づいて、前記出力画像データの各画素毎に、前記エッジ方向に前記画像データを平滑化处理して、前記出力画像データの各画素に対応する画素値を順次出力するエッジ方向処理ステップと、

- 前記エッジ検出ステップによる検出結果に基づいて、前記出力画像データの各画素毎に、前記エッジ方向処理ステップで検出された画素値を前記エッジ勾配方向に輪郭強調処理して、前記出力画像データの画素値を順次出力するエッジ勾配方向処理ステップと
- 20

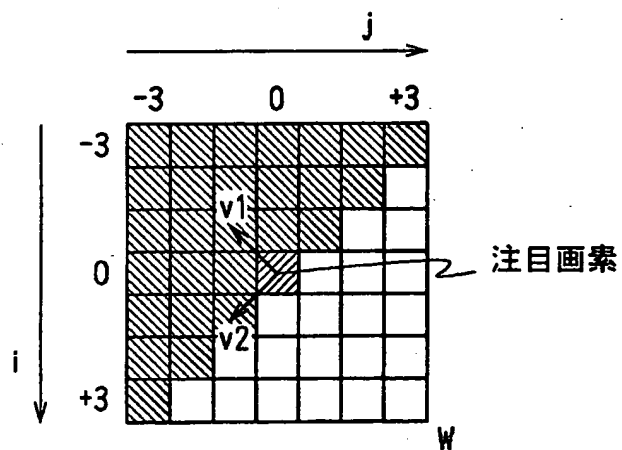
を備えることを特徴とする画像処理方法のプログラムを記録した記録媒体。



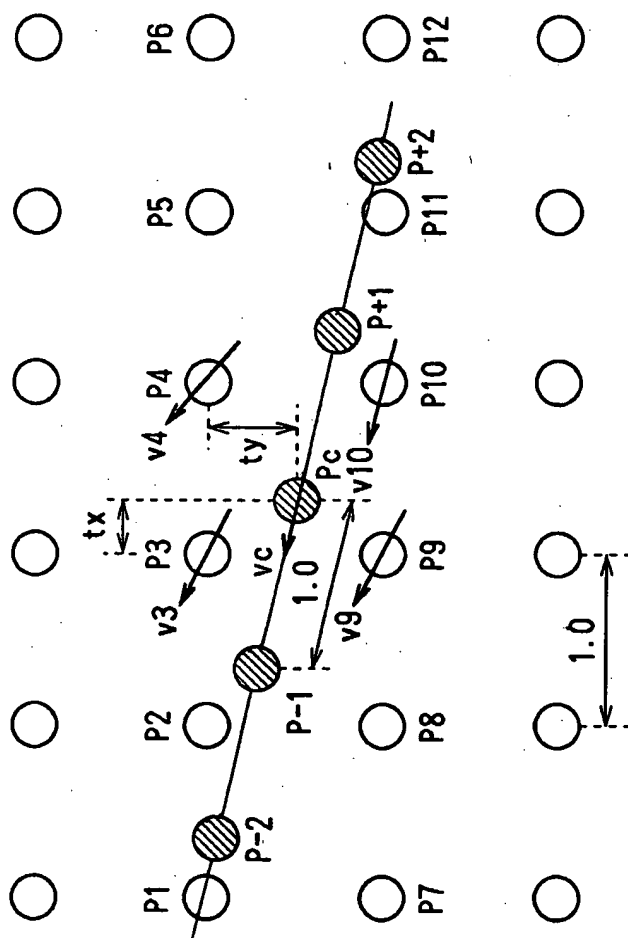
第1図



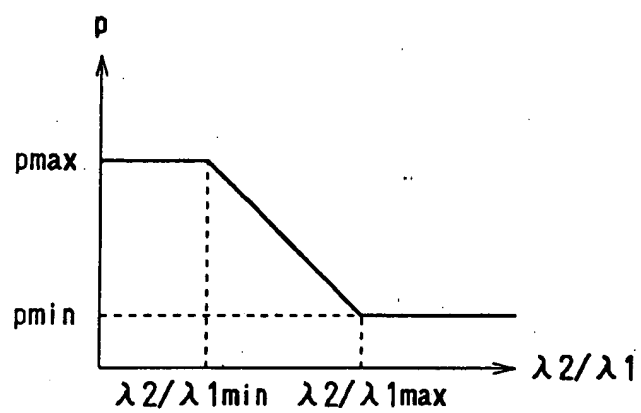
第2図



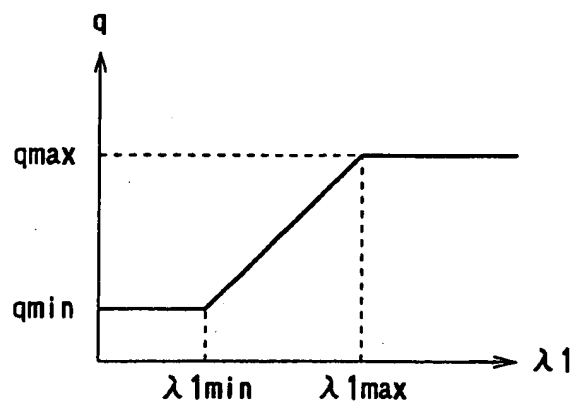
第3図



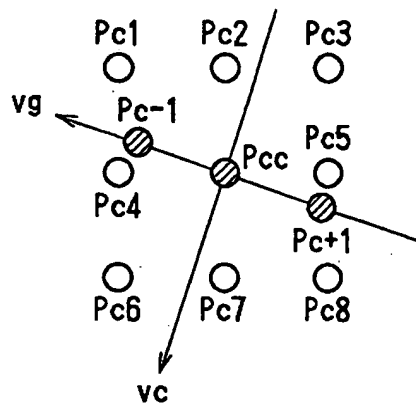
第4図



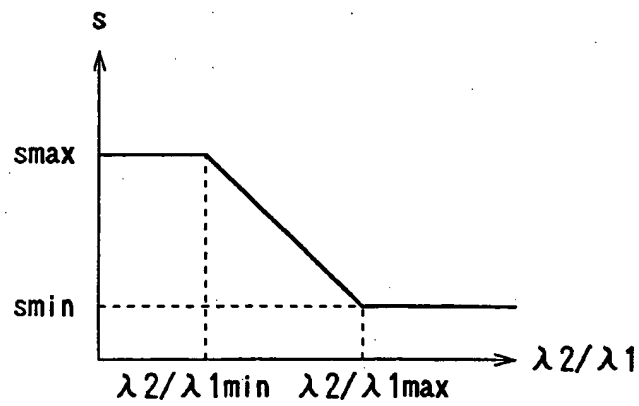
第5図



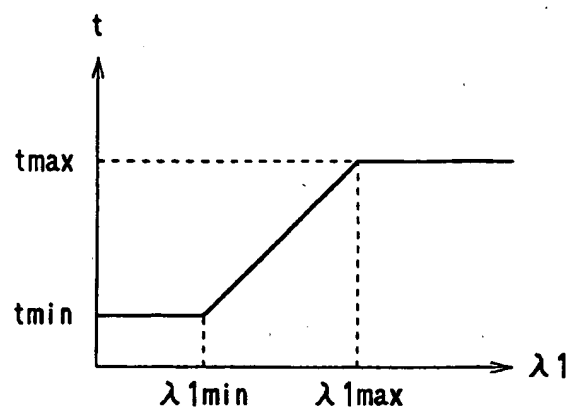
第6図



第 7 図



第 8 図



第9図

符号の説明

1 ……画像処理装置、2 ……エッジ検出部、3 ……勾配行列生成部、4 ……固有値、固有ベクトル検出部、5 ……エッジ方向処理部、6 ……エッジ方向処理範囲の決定部、7 ……エッジ勾配方向処理部、8 ……補間処理部、9 ……ブレンド比決定部、10 ……ブレンド処理部